

明 細 書

研磨装置

技術分野

本発明は、研磨装置に係り、特に半導体ウェハ等の研磨対象物を保持して研磨面に押圧し、該研磨対象物を研磨する研磨装置に関するものである。

背景技術

近年、半導体デバイスがますます微細化され素子構造が複雑になり、またロジック系の多層配線の層数が増えるに伴い、半導体デバイスの表面の凹凸はますます増え、段差が大きくなる傾向にある。半導体デバイスの製造では薄膜を形成し、パターンニングや開孔を行う微細加工の後、次の薄膜を形成するという工程を何回も繰り返すためである。

半導体デバイスの表面の凹凸が増えると、薄膜形成時に段差部での膜厚が薄くなったり、配線の断線によるオープンや配線層間の絶縁不良によるショートが起こったりするため、良品が取れなかったり、歩留まりが低下したりする傾向がある。また、初期的に正常動作をするものであっても、長時間の使用に対しては信頼性の問題が生じる。さらに、リソグラフィ工程における露光時に、照射表面に凹凸があると露光系のレンズ焦点が部分的に合わなくなるため、半導体デバイスの表面の凹凸が増えると微細パターンの形成そのものが難しくなるという問題が生ずる。

したがって、半導体デバイスの製造工程においては、半導体デバイス表面の平坦化技術がますます重要になっている。この平坦化技術のうち、

最も重要な技術は、化学的機械的研磨（CMP）である。この化学的機械的研磨は、シリカ（ SiO_2 ）等の砥粒を含んだ研磨液を研磨パッド等の研磨面上に供給しつつ半導体ウェハなどの基板を研磨面に摺接させて研磨を行うものである。

この種の研磨装置は、研磨パッドからなる研磨面を有する研磨テーブルと、半導体ウェハを保持するためのトップリングとを備えている。このような研磨装置を用いて半導体ウェハの研磨を行う場合には、トップリングにより半導体ウェハを保持しつつ、この半導体ウェハを研磨テーブルの研磨面に対して所定の圧力で押圧する。このとき、研磨テーブルとトップリングとを相対運動させることにより半導体ウェハが研磨面に摺接し、半導体ウェハの表面が平坦かつ鏡面に研磨される。

上記研磨パッドは弾性を有するため、研磨中の半導体ウェハの外周縁部に加わる押圧力が不均一になり、半導体ウェハの外周縁部のみが多く研磨される、いわゆる「縁だれ」を起こしてしまう場合がある。このような縁だれを防止するため、図1に示すように、半導体ウェハWの外周縁をリテーナリング600によって保持するとともに、リテーナリング600によって半導体ウェハWの外周縁側に位置する研磨面610を押圧する構造を備えたトップリングも用いられている。この種のトップリングでは、図1に示すように、リテーナリング600が、円盤状のハウジング（フランジ部）620の外周部に固定されており、ハウジング620の中央部に連結されたトップリング軸630の押圧力によって研磨面610に押圧されるようになっている。

上述した従来のトップリングにおいては、リテーナリング600とハウジング620とが剛性的に一体に接続されているため、図1に示すように、ハウジング620の中央部に加えられるトップリング軸630の

押圧力によってハウジング 6 2 0 およびリテーナリング 6 0 0 に曲げモーメント M_0 が発生し、この曲げモーメント M_0 による撓みによってリテーナリング 6 0 0 が傾けられてしまう。このようにリテーナリング 6 0 0 が傾けられると、リテーナリング 6 0 0 の底面の面圧が一定とならずに、リテーナリング 6 0 0 が偏摩耗してしまい、高精度の研磨を行うことができない。

すなわち、研磨性能を向上させるため、研磨対象物 W を押圧する部分は複雑になる傾向がある。トップリングは複雑な押圧機能を搭載するため、ハウジング 6 2 0 にリテーナリング 6 0 0 を取付ける部分が、周方向に研磨対象物 W の外周縁から離れてしまい、構造力学的にオーバーハングした状態となる。このオーバーハングにより発生する曲げモーメント M_0 により、図 1 に示すように、リテーナリング 6 0 0 が撓み、リテーナリング 6 0 0 の研磨面 6 1 0 に対する面圧が不均一になる。研磨時間の経過によりリテーナリング 6 0 0 が偏摩耗を起こすと研磨プロファイルが変化するため、研磨安定性に悪影響を及ぼす。

このように、上述した研磨装置において、トップリングに取り付けられ、研磨対象物 W の外周を保持するリテーナリング 6 0 0 には、研磨対象物 W を保持する機能のほかに、研磨テーブルの研磨面 6 1 0 を均一に押圧する機能も求められている。

発明の開示

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたもので、研磨時のリテーナリングの偏摩耗を防止または低減して、高精度の研磨を行うことができる研磨装置を提供することを第 1 の目的とする。

また、本発明は、消耗品のコストおよび環境負荷を低減し、信頼性を

高め、かつ新たなリテーナリングをハウジングに取付けた後、ダミー研磨を行う時間が短くて済む研磨装置を提供することを第2の目的とする。

また、本発明は、研磨装置上で必要とされたダミー研磨を別の専用装置若しくは工作機械上で行うことができるリテーナリングを提供することを第3の目的とする。

上記第1の目的を達成するため、本発明の第1の態様によれば、研磨面と、研磨対象物を保持するトップリングと、該トップリングを上記研磨面に対して押圧するトップリング軸とを備えた研磨装置が提供される。上記トップリングは、上記研磨対象物の外周縁を保持するリテーナリングと、上記トップリング軸に連結される略円盤状のハウジングと、上記リテーナリングと上記ハウジングとを摺接させた状態で上記リテーナリングと上記ハウジングとを接続する摺接接続部とを備える。

このような構成により、トップリングを研磨面に押圧するときに、リテーナリングとハウジングとが摺接するので、トップリング軸によってハウジングの中央部に荷重を加えても、ハウジングとリテーナリングとが滑ることとなる。したがって、リテーナリングには荷重の鉛直方向成分のみが伝えられ、曲げモーメントは作用しなくなるので、曲げモーメントによってリテーナリングが傾けられることがなく、リテーナリングの底面において偏摩耗が発生することを防止することができる。

上記摺接接続部は、上記リテーナリングと上記ハウジングとを摺接させるフリージョイント、好ましくはボールジョイントとすることができる。

本発明の第2の態様によれば、研磨面と、研磨対象物を保持するトップリングと、該トップリングを上記研磨面に対して押圧するトップリング軸とを備えた研磨装置が提供される。上記トップリングは、上記研磨

対象物の外周縁を保持するリテーナリングと、上記トップリング軸に連結される略円盤状のハウジングと、上記リテーナリングと上記ハウジングとを接続する接続部とを備えている。上記接続部は、水平および鉛直方向の剛性を十分に確保しつつ曲げ剛性が低くなるように構成されている。

このように、接続部の水平および鉛直方向の剛性を高くしているため、トップリング軸による荷重を確実にリテーナリングに伝えることができる。また、接続部の曲げ剛性を低くしているため、ハウジングに加えられる荷重による曲げモーメントが該接続部により吸収され、リテーナリングに作用する曲げモーメントを小さくすることができる。したがって、リテーナリングが傾けられることを抑制して、リテーナリングの底面の偏摩耗を低減することができる。

上記接続部は、上記リテーナリングの径方向幅の中央よりも外側に配置されることが好ましい。接続部をリテーナリングの径方向幅の中央よりも外側に配置することで、リテーナリングの径方向幅の中央よりも外側にトップリング軸の荷重が加わるため、リテーナリングの幅の中央に対して曲げモーメントが発生する。この曲げモーメントにより、ハウジングに加えられる荷重による曲げモーメントが相殺され、リテーナリングに作用する曲げモーメントをより小さくすることができる。したがって、より効果的にリテーナリングの底面の偏摩耗を低減することが可能となる。また、上記接続部は、縦方向中央部でくびれた断面形状を有しているもよい。

本発明の第3の態様によれば、研磨面と、研磨対象物を保持するトップリングと、該トップリングを上記研磨面に対して押圧するトップリング軸とを備えた研磨装置が提供される。上記トップリングは、上記研磨

対象物の外周縁を保持するリテーナリングと、上記トップリング軸に連結される略円盤状のハウジングとを備えている。上記トップリングを上記研磨面に対して押圧したときに、上記研磨面に対する上記リテーナリングの底面の傾きが小さくなるように、上記ハウジングの剛性を高める。

例えば、ハウジングを金属やセラミックス等の強度および剛性が高い材料から形成し、その厚みを大きくすれば、高い剛性が得られる。このように、ハウジングを高剛性化することにより、トップリング軸によってハウジングの中央部に荷重を加えても、曲げモーメントがリテーナリングに作用しにくくなり、リテーナリングの偏摩耗を低減することができる。

上記第2の目的を達成するため、本発明の第4の態様によれば、半導体ウェハ等の研磨対象物を平坦かつ鏡面に研磨する研磨装置が提供される。この研磨装置は、研磨面と、研磨対象物を上記研磨面に押圧しつつ摺動するトップリングとを備えている。上記トップリングは、上記研磨対象物の外周縁を保持するリテーナリングを備えている。上記リテーナリングは、樹脂からなる第1のリング部と、金属またはセラミックからなる第2のリング部と、上記第1のリング部と上記第2のリング部とを上下方向に2層に着脱可能に締結する締結具とを備えている。

このような構成により、第1のリング部と第2のリング部との間の締結の信頼性を高めることができる。また、摩耗する第1のリング部のみを交換すれば、リテーナリングを再生することができるので、部品の消耗コストを低減することができる。また、リテーナリングをハウジングの外周部の下面に着脱可能な締結具で締め付けて取付けた場合、締め付け応力を剛性の高い金属またはセラミックからなる第2のリング部に受けさせることができ、リテーナリングの変形が抑えられ、ダミー研磨に

かける時間、すなわち、ダウンタイムを短くすることができる。

上記第1のリング部は、上記研磨面に接触することが好ましい。また、上記第1のリング部は、削れたときに砥粒として作用する粒子を含むことが好ましい。この場合には、リテーナリングの第1のリング部の削れた粒子が砥粒として作用するので、研磨面に例えば純水を供給するだけで、砥粒はリテーナリングから供給されることになる。

上記リテーナリングは、上記第1のリング部と上記第2のリング部とを嵌合させる嵌合部をさらに備えることが好ましい。このような構成により、リテーナリングの組立てが容易となり、かつ第1のリング部と第2のリング部の締結の信頼性がさらに向上する。

上記リテーナリングは、上記第1のリング部の交換のみで再生できる構成となっていることが好ましい。第1のリング部の交換のみでリテーナリングを再生できるので、消耗品のコストを低減し、かつ環境負荷を小さくすることができる。

上記締結具はボルトであることが好ましい。このように、締結具としてボルトを用いれば、第1のリング部と第2のリング部の締結組立および分解が容易となる。

上記第3の目的を達成するため、本発明の第5の態様によれば、トップリングの基板保持面に保持された研磨対象物の外周面を保持するリテーナリングが提供される。上記リテーナリングは、樹脂からなる第1のリング部と、金属またはセラミックからなる第2のリング部と、上記第1のリング部と上記第2のリング部とを上下方向に2層に着脱可能に締結する締結具とを備えている。上記第1のリング部は平面度出し研磨される。

このように、第1のリング部と第2のリング部とを着脱可能な締結具

で締結して、上下方向に２層構造のリテーナリングを形成した後、該第１のリング部を平面度出し研磨することができる。したがって、従来のように研磨装置上でダミー研磨を行う必要がなくなる。

図面の簡単な説明

図１は、従来のトップリングを示す模式図である。

図２は、本発明の第１の実施形態における研磨装置の全体構成を示す模式図である。

図３は、図２の研磨装置におけるトップリングの一切断面における縦断面図である。

図４は、図２の研磨装置におけるトップリングの別の切断面における縦断面図である。

図５は、図３のトップリングの摺接接続部（ハウジング）を示す平面図である。

図６は、図３のトップリングの変形例を示す縦断面図である。

図７は、本発明の第２の実施形態におけるトップリングを示す縦断面図である。

図８は、図７のトップリングを模式的に示す図である。

図９は、本発明の第３の実施形態におけるトップリングを示す縦断面図である。

図１０Ａは、図９に示すトップリングのリテーナリングの取付部を示す縦断面図である。

図１０Ｂは、図１０Ａのリテーナリングにおける面圧分布を示す図である。

図１１は、図９に示すリテーナリングにおけるボルトの配置の一例を

示す平面図である。

図 1 2 は、図 9 に示すリテーナリングにおけるボルトの配置の他の一例を示す平面図である。

図 1 3 A は、従来のトップリングのリテーナリングの取付部を示す縦断面図である。

図 1 3 B は、図 1 3 A のリテーナリングにおける面圧分布を示す図である。

図 1 4 は、本発明の第 4 の実施形態におけるトップリングを示す縦断面図である。

図 1 5 は、図 1 4 のトップリングの変形例を示す断面図である。

図 1 6 は、図 1 4 のトップリングの変形例を示す断面図である。

図 1 7 A は、本発明の第 5 の実施形態におけるトップリングの要部の拡大断面図である。

図 1 7 B は、本発明の第 6 の実施形態におけるトップリングの要部の拡大断面図である。

図 1 8 A および図 1 8 B は、図 1 4 のトップリングのリテーナリングの変形例を示す拡大断面図である。

図 1 9 は、図 1 4 のトップリングのリテーナリングの変形例を示す拡大断面図である。

図 2 0 は、図 1 7 B に示すリテーナリングの底面の半径方向に沿った面圧分布を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明に係る研磨装置の実施形態について図 2 から図 2 0 を参照して詳細に説明する。なお、図 2 から図 2 0 において、同一の作用ま

たは機能を有する部材または要素には同一の符号を付し、特に説明しない部分については説明を省略する。

図2は、本発明の第1の実施形態における研磨装置の全体構成を示す模式図である。図2に示すように、トップリング1の下方に、上面に研磨パッド101を貼付した研磨テーブル100が設置されている。また、研磨テーブル100の上方には研磨液供給ノズル102が設置されており、この研磨液供給ノズル102から研磨テーブル100上の研磨パッド101上に研磨液Qが供給されるようになっている。

なお、市場で入手できる研磨パッドとしては種々のものがあり、例えば、ロデール社製のSUBA800、IC-1000、IC-1000/SUBA400（二層クロス）、フジミインコーポレイテッド社製のSurfin xxx-5、Surfin 000等がある。SUBA800、Surfin xxx-5、Surfin 000は繊維をウレタン樹脂で固めた不織布であり、IC-1000は硬質の発泡ポリウレタン（単層）である。発泡ポリウレタンは、ポーラス（多孔質状）になっており、その表面に多数の微細なへこみまたは孔を有している。

トップリング1は、自在継手部10を介してトップリング軸11に接続されており、トップリング軸11はトップリングヘッド110に固定されたトップリング用エアシリンダ111に連結されている。トップリング1は、トップリング軸11の下端に連結される略円盤状のハウジング2（フランジ部）と、ハウジング2の外周部に配置されたりテーナリング3とを備えている。

トップリング用エアシリンダ111はレギュレータR1を介して圧力調整部120に接続されている。この圧力調整部120は、圧縮空気源から加圧空気等の加圧流体を供給することによって、あるいはポンプ等

により真空引きすることによって圧力の調整を行うものである。この圧力調整部 120 によってトップリング用エアシリンダ 111 に供給される加圧空気の空気圧等をレギュレータ R1 を介して調整することができる。このトップリング用エアシリンダ 111 によってトップリング軸 11 は上下動し、トップリング 1 の全体を昇降させるとともにハウジング 2 に取り付けられたリテーナリング 3 を所定の押圧力で研磨テーブル 100 に押圧できるようになっている。

また、トップリング軸 11 はキー（図示せず）を介して回転筒 112 に連結されている。この回転筒 112 はその外周部にタイミングプーリ 113 を備えている。トップリングヘッド 110 にはトップリング用モータ 114 が固定されており、上記タイミングプーリ 113 は、タイミングベルト 115 を介してトップリング用モータ 114 に設けられたタイミングプーリ 116 に接続されている。したがって、トップリング用モータ 114 を回転駆動することによってタイミングプーリ 116、タイミングベルト 115、およびタイミングプーリ 113 を介して回転筒 112 およびトップリング軸 11 が一体に回転し、トップリング 1 が回転する。なお、トップリングヘッド 110 は、フレーム（図示せず）に回転可能に支持されたトップリングヘッドシャフト 117 によって支持されている。

以下、トップリング 1 についてより詳細に説明する。図 3 は図 2 のトップリング 1 の一切断面における縦断面図、図 4 は図 2 のトップリング 1 の別の切断面における縦断面図、図 5 は図 3 のトップリング 1 のハウジング 2 を示す平面図である。

図 3 および図 4 に示すように、リテーナリング 3 は、略円筒状の上部材 3a と、略円筒状の下部材 3b とを備えており、下部材 3b の下部は

内方に突出している。また、図3および図5に示すように、リテーナリング3の上部材3aの上部には、リテーナリング3とハウジング2とを摺接させるフリージョイントとしてのボールジョイント4がリテーナリング3の円周方向の複数箇所に設けられている。このボールジョイント4は、ハウジング2の下面に形成された球状凹部2aとリテーナリング3の上部材3aの上部に形成された球状凹部3cとの間に介装されている。

また、図4および図5に示すように、リテーナリング3の上部材3aの上部には、接続ボルト5が円周方向の複数箇所に設けられている。接続ボルト5に対応してハウジング2にはばね受け2bが設けられており、接続ボルト5とばね受け2bとの間にはコイルばね6が介装されている。このように、ボールジョイント4、接続ボルト5、ばね受け2b、およびコイルばね6によって、リテーナリング3とハウジング2とを摺接させた状態でこれらを接続する摺接接続部が構成されている。なお、本実施形態では、ボールジョイント4によりリテーナリング3とハウジング2とを摺接させる例を説明したが、リテーナリング3とハウジング2とを摺接させるものであればどのようなものを使用してもよい。

上述したように、ハウジング2の中央部の上方には、トップリング軸11が配設されており、ハウジング2とトップリング軸11とは自在継手部10により連結されている。この自在継手部10は、ハウジング2およびトップリング軸11とを互いに傾動可能とする球面軸受機構と、トップリング軸11の回転をハウジング2に伝達する回転伝達機構とを備えており、トップリング軸11からハウジング2に対して互いの傾動を許容しつつ押圧力および回転力を伝達する。

球面軸受機構は、トップリング軸11の下面の中央に形成された球面

状凹部 11a と、ハウジング 2 の上面の中央部に形成された球面状凹部 2c と、両凹部 11a, 2c 間に介装されたセラミックスのような高硬度材料からなるベアリングボール 12 とから構成されている。図 3 に示すように、ハウジング 2 のトップリング軸 11 の近傍には接続ボルト 7 が取り付けられており、この接続ボルト 7 とトップリング軸 11 に設けられたばね受け 11b との間にはコイルばね 8 が介装されている。このような構造によって、ハウジング 2 はトップリング軸 11 に対して傾動可能に保持されるようになっている。

一方、回転伝達機構は、ハウジング 2 のトップリング軸 11 の近傍に固定された係合ピン 9 と、トップリング軸 11 に形成された係合孔 11c とから構成される。ハウジング 2 が傾いても係合ピン 9 は係合孔 11c 内を上下方向に移動可能であるため、係合ピン 9 は係合孔 11c と接触点をずらして係合し、回転伝達機構がトップリング軸 11 の回転トルクをハウジング 2 に確実に伝達するようになっている。

ハウジング 2 およびリテーナリング 3 の内部に画成された空間内には、トップリング 1 によって保持される半導体ウェハ W に当接する弾性パッド 20 と、環状のホルダーリング 21 と、弾性パッド 20 を支持する概略円盤状のチャッキングプレート 22 とが収容されている。弾性パッド 20 は、その外周部がホルダーリング 21 とホルダーリング 21 の下端に固定されたチャッキングプレート 22 との間に挟み込まれており、チャッキングプレート 22 の下面を覆っている。これにより弾性パッド 20 とチャッキングプレート 22 との間には圧力室 30 が形成されている。弾性パッド 20 は、エチレンプロピレンゴム (EPDM)、ポリウレタンゴム、シリコンゴム等の強度および耐久性に優れたゴム材によって形成されている。

チャッキングプレート 22 の中央部には開口 22 a が形成されている。この開口 22 a はチューブ、コネクタ等からなる流体路 40 に連通しており、流体路 40 上に配置されたレギュレータ R 2 を介して圧力調整部 120 に接続されている。すなわち、弾性パッド 20 とチャッキングプレート 22 との間の圧力室 30 は、流体路 40 上に配置されたレギュレータ R 2 を介して圧力調整部 120 に接続されている。

ホルダーリング 21 とハウジング 2 との間には弾性膜からなる加圧シート 23 が張設されている。この加圧シート 23 の一端は、ハウジング 2 の下面に取り付けられた加圧シート支持部 2 d によって挟持され、他端はホルダーリング 21 の上端部 21 a とストッパ部 21 b との間に挟持されている。ハウジング 2、チャッキングプレート 22、ホルダーリング 21、および加圧シート 23 によってハウジング 2 の内部に圧力室 31 が形成されている。図 3 に示すように、圧力室 31 にはチューブ、コネクタ等からなる流体路 41 が連通されており、圧力室 31 は流体路 41 上に配置されたレギュレータ R 3 を介して圧力調整部 120 に接続されている。なお、加圧シート 23 は、エチレンプロピレンゴム（EPDM）、ポリウレタンゴム、シリコンゴムなどの強度および耐久性に優れたゴム材によって形成されている。

上述したチャッキングプレート 22 と弾性パッド 20 との間の圧力室 30 およびチャッキングプレート 22 の上方の圧力室 31 には、それぞれの圧力室 30、31 に連通される流体路 40、41 を介して加圧空気等の加圧流体を供給する、あるいは大気圧や真空にすることができるようになっている。すなわち、図 2 に示すように、圧力室 30、31 の流体路 40、41 上に配置されたレギュレータ R 2、R 3 によってそれぞれの圧力室に供給される加圧流体の圧力を調整することができる。これ

により各圧力室30, 31の内部の圧力を各々独立に制御するまたは大気圧や真空にすることができるようになっている。

また、チャッキングプレート22には、下方に突出する内側吸着部24および外側吸着部25が開口22aの外側に設けられている。内側吸着部24には、チューブ、コネクタ等からなる流体路42に連通する連通孔24aが形成されており、内側吸着部40はこの流体路42上に配置されたレギュレータR4を介して圧力調整部120に接続されている。同様に、外側吸着部25には、チューブ、コネクタ等からなる流体路43に連通する連通孔25aが形成されており、外側吸着部25はこの流体路43上に配置されたレギュレータR5を介して圧力調整部120に接続されている。圧力調整部120により吸着部24, 25の連通孔24a, 25aの開口端に負圧を形成し、吸着部24, 25に半導体ウェハWを吸着することができる。なお、吸着部24, 25の下端面には薄いゴムシート等からなる弾性シートが貼着されており、吸着部24, 25は半導体ウェハWを柔軟に吸着保持するようになっている。

図3に示すように、リテーナリング3の上部材3aには洗浄液路26が形成されている。この洗浄液路26は弾性パッド20の外周面とリテーナリング3の下部材3bとの間のわずかな間隙へ連通されている。この洗浄液路26を介して洗浄液（純水）が上記間隙に供給されるようになっている。

このような構成の研磨装置において、半導体ウェハWの搬送時には、トップリング1の全体を半導体ウェハの移送位置に位置させ、吸着部24, 25の連通孔24a, 25aを流体路42, 43を介して圧力調整部120に接続する。この連通孔24a, 25aの吸引作用により吸着部24, 25の下端面に半導体ウェハWが真空吸着される。そして、半

導体ウェハWを吸着した状態でトップリング1を移動させ、トップリング1の全体を研磨面（研磨パッド101）を有する研磨テーブル100の上方に位置させる。なお、半導体ウェハWの外周縁はリテーナリング3によって保持され、半導体ウェハWがトップリング1から飛び出さないようになっている。

研磨時には、吸着部24, 25による半導体ウェハWの吸着を解除し、トップリング1の下面に半導体ウェハWを保持させるとともに、トップリング軸11に連結されたトップリング用エアシリンダ111を作動させてトップリング1の下端に固定されたリテーナリング3を所定の押圧力で研磨テーブル100の研磨面に押圧する。この状態で、圧力室30に所定の圧力の加圧流体を供給し、半導体ウェハWを研磨テーブル100の研磨面に押圧する。予め研磨液供給ノズル102から研磨液Qを流すことにより、研磨パッド101に研磨液Qが保持され、半導体ウェハWの研磨される面（下面）と研磨パッド101との間に研磨液Qが存在した状態で研磨が行われる。

圧力室30に加圧流体を供給すると、チャッキングプレート22は上方向の力を受けるので、本実施形態では、圧力室31に流体路41を介して圧力流体を供給し、圧力室31からの力によりチャッキングプレート22が上方に持ち上げられるのを防止している。

上述のようにして、トップリング用エアシリンダ111によってリテーナリング3が研磨パッド101に押圧される力と、圧力室30に供給する加圧空気によって半導体ウェハWが研磨パッド101に押圧される力とを適宜調整して半導体ウェハWの研磨が行われる。研磨が終了した際には、半導体ウェハWを吸着部24, 25の下端面に再び真空吸着させる。このとき、半導体ウェハWを研磨面に対して押圧する圧力室30

への加圧流体の供給を止め、大気圧に開放することにより、吸着部 24, 25 の下端面を半導体ウェハ W に当接させる。また、圧力室 31 内の圧力を大気圧に開放するか、もしくは負圧にする。これは、圧力室 31 の圧力を高いままにしておく、と、半導体ウェハ W の吸着部 40 に当接している部分のみが、研磨面に強く押圧されることになってしまうためである。

上述のように半導体ウェハ W を吸着部 24, 25 に吸着させた後、トップリング 1 の全体を半導体ウェハの移送位置に位置させ、吸着部 24, 25 の連通孔 24a, 25a から半導体ウェハ W に流体（例えば、圧縮空気もしくは窒素と純水を混合したもの）を噴射して半導体ウェハ W をリリースする。

上述したように、本実施形態においては、トップリング 1 を研磨面に押圧するときに、リテーナリング 3 とハウジング 2 とがボールジョイント 4 により摺接するようになっている。したがって、トップリング軸 11 によってハウジング 2 の中央部に荷重を加えても、ハウジング 2 とリテーナリング 3 とが滑るため、リテーナリング 3 には荷重の鉛直方向成分のみが伝えられ、曲げモーメントは作用しなくなる。この結果、曲げモーメントによってリテーナリング 3 が傾けられることがなくなり、リテーナリング 3 の底面において偏摩耗が発生することを防止することができる。

ここで、ハウジング 2 の剛性を高めることによっても、上述した曲げモーメントがリテーナリング 3 に作用することを防止することができる。例えば、ハウジング 2 を金属やセラミックス等の強度および剛性が高い材料から形成し、さらにその厚みを大きくして高剛性のハウジング 2 とし、トップリング 1 を研磨パッド 101 に押圧したときに、研磨パッド

101に対するリテーナリング3の底面の傾きが小さくなるようにする。ハウジング2を高剛性化すれば、トップリング軸11によってハウジング2の中央部に荷重を加えても、曲げモーメントがリテーナリング3に作用しにくくなり、リテーナリング3の偏摩耗を防止することができる。

本実施形態においては、上述した摺接接続部によってリテーナリング3に発生する曲げモーメントをゼロにすることができるので、ハウジング2の高剛性化によって曲げモーメントの発生を防止する必要はなく、図6に示すように、ハウジング2を薄くして軽量化を図ってメンテナンス性を向上させることができる。

図7は、本発明の第2の実施形態におけるトップリングを示す縦断面図である。図7に示すように、本実施形態においては、第1の実施形態における摺動接続部に代えて接続部50が設けられている。この接続部50は、リテーナリング3の上部材3aとハウジング2とを接続するものであり、水平および鉛直方向の剛性を十分に確保しつつ曲げ剛性が低くなるように構成されている。本実施形態では、縦方向中央部の幅を上下部の幅よりも小さくして、くびれた断面形状とすることで、水平および鉛直方向の剛性を十分に確保しつつ曲げ剛性を低くしている。くびれた断面形状としても、水平方向については1方向の荷重を全周で受けるので、十分な剛性を確保することができる。このとき、曲げモーメントはそれぞれの断面で受けることとなるので、結果的に曲げ剛性の方が水平方向の剛性に比べて低くなる。

本実施形態においては、接続部50の水平および鉛直方向の剛性を高くしているため、トップリング軸11による荷重を確実にリテーナリング3に伝えることができる。また、接続部50の曲げ剛性を低くしているため、ハウジング2の中央部に加えられる荷重による曲げモーメント

が接続部 50 により吸収され、リテーナリング 3 に作用する曲げモーメントを小さくすることができる。したがって、リテーナリング 3 が傾けられることを抑制して、リテーナリング 3 の底面の偏摩耗を低減することができる。なお、本実施形態においては、ハウジング 2、接続部 50、およびリテーナリング 3 の上部材 3a は一体に形成されているが、これに限られるものではない。

上述したように、曲げ剛性の低い接続部 50 によってリテーナリング 3 に作用する曲げモーメントを小さくすることができるが、図 7 に示すように、接続部 50 をリテーナリング 3 の径方向幅の中央よりも外側に配置することで、リテーナリング 3 に作用する曲げモーメントをより小さくすることが可能となる。すなわち、接続部 50 をリテーナリング 3 の径方向幅の中央よりも外側に配置することで、図 8 に示すように、リテーナリング 3 の径方向幅の中央よりも外側にトップリング軸 11 の荷重が加わるため、リテーナリング 3 の幅の中央に対して曲げモーメント M_1 が発生する。この曲げモーメント M_1 によりハウジング 2 の中央部に加えられる荷重による曲げモーメント M_2 が相殺され、リテーナリング 3 に作用する曲げモーメントをより小さくすることができる。したがって、より効果的にリテーナリング 3 の底面の偏摩耗を低減することが可能となる。

なお、本実施形態における加圧シート 23 の一端は、リテーナリング 3 の上部材 3a とこの上部材 3a の径方向内側に設けられた加圧シート支持部 3d とによって挟持されているが、第 1 の実施形態と同様にハウジング 2 側に固定することとしてもよい。

図 9 は、本発明の第 3 の実施形態におけるトップリング 301 を示す縦断面図である。図 9 に示すように、トップリング 301 は、ハウジン

グ 3 0 2 と、該ハウジング 3 0 2 の外周縁部下端に取り付けられたリテーナリング 3 0 3 とを備えている。ハウジング 3 0 2 は金属やセラミックス等の強度および剛性が高い材料から形成されている。ハウジング 3 0 2 は、円筒容器状のハウジング本体部 3 0 2 a と、ハウジング本体部 3 0 2 a の円筒部の内側に嵌合された環状の加圧シート支持部 3 0 2 b とを備えている。ハウジング 3 0 2 のハウジング本体部 3 0 2 a の下端には、リテーナリング 3 0 3 がボルト 3 0 8 により固定されている。

ハウジング 3 0 2 のハウジング本体部 3 0 2 a の中央部の上方には、トップリング軸 3 1 1 が配設されており、ハウジング 3 0 2 とトップリング軸 3 1 1 とは自在継手部 3 1 0 により連結されている。この自在継手部 3 1 0 は、ハウジング 3 0 2 およびトップリング軸 3 1 1 を互いに傾動可能とする球面軸受機構と、トップリング軸 3 1 1 の回転をハウジング 3 0 2 に伝達する回転伝達機構とを備えており、トップリング軸 3 1 1 からハウジング 3 0 2 に対して互いに傾動を許容しつつ押圧力および回転力を伝達できるようになっている。

球面軸受機構は、トップリング軸 3 1 1 の下面の中央に形成された球面状凹部 3 1 1 a と、ハウジング本体部 3 0 2 a の上面の中央に形成された球面状凹部 3 0 2 c と、両凹部 3 1 1 a, 3 0 2 c 間に介装されたセラミックスのような高硬度材料からなるベアリングボール 3 1 2 とから構成されている。一方、回転伝達機構は、トップリング軸 3 1 1 に固定された駆動ピン（図示せず）とハウジング本体部 3 0 2 a に固定された被駆動ピン（図示せず）とから構成される。ハウジング 3 0 2 が傾いても被駆動ピンと駆動ピンは相対的に上下方向に移動可能であり、互いに接触点をずらして係合し、回転伝達機構がトップリング軸 3 1 1 の回転トルクをハウジング 3 0 2 に確実に伝達する。

ハウジング 302 およびハウジング 302 に取り付けられたリテーナリング 303 の内部に画成された空間内には、トップリング 301 によって保持される研磨対象物としての半導体ウェハ W に当接する弾性パッド 304 と、環状のホルダーリング 305 と、弾性パッド 304 を支持する環状の弾性パッド支持部材 309, 313 と、該弾性パッド支持部材 309, 313 を支持する概略円板状のチャッキングプレート 306 とが収容されている。弾性パッド 304 は、その外周部がチャッキングプレート 306 と弾性パッド支持部材 309, 313 との間に挟み込まれており、弾性パッド支持部材 309, 313 の下面を覆っている。

ホルダーリング 305 とハウジング 302 との間には弾性膜からなる加圧シート 307 が張設されている。この加圧シート 307 は、一端をハウジング 302 のハウジング本体部 302a と加圧シート支持部 302b との間に挟み込み、他端をホルダーリング 305 の上端部とチャッキングプレート 306 との間に挟み込んで固定されている。ハウジング 302、チャッキングプレート 306、ホルダーリング 305、および加圧シート 307 によってハウジング 302 の内部に圧力室 314 が形成されている。

圧力室 314 にはパイプなどの流体路 315 の先端が開口し、該流体路 315 は図示しない切替弁やレギュレータを介して圧縮空気源に接続されている。また、チャッキングプレート 306 の下面にはパイプなどの流体路 316, 319 の先端が開口し、該流体路 316, 319 は図示しない切替弁やレギュレータを介して圧縮空気源に接続されている。また、弾性パッド支持部材 309, 313 の下面にパイプなどの流体路 317, 318 が開口し、該流体路 317, 318 は図示しない切替弁やレギュレータを介して真空源および圧縮空気源に接続されている。

流体路 318 を介して弾性パッド支持部材 309, 313 の下面を減圧することにより、半導体ウェハ W は弾性パッド支持部材 309, 313 の下面に吸着保持される。トップリング 301 を回転しながら、ハウジング 302 の下面に吸着保持した半導体ウェハ W を回転する研磨テーブル 320 の研磨面（研磨パッドの上面）321 に押圧し、半導体ウェハ W と研磨面 321 の相対的運動により、該半導体ウェハ W を研磨する。このとき、流体路 315, 316, 317, 318, 319 を介して圧力室 314 や、チャッキングプレート 306 の下面と半導体ウェハ W の間に圧縮空気を送り、圧力を調整して半導体ウェハ W の研磨テーブル 320 の研磨面 321 に対する押圧力を調整する。

図 10A はトップリング 301 のリテーナリング 303 の取付部を示す縦断面図、図 10B はリテーナリング 303 における面圧分布を示す図である。図 10A および図 10B に示すように、リテーナリング 303 は、樹脂からなる第 1 のリング部 331 と、該第 1 のリング部 331 と平面形状が略同一な金属またはセラミックからなる第 2 のリング部 332 とを具備し、第 1 のリング部 331 は第 2 のリング部 332 の下面にボルト 333 で締結されている。

また、第 2 のリング部 332 の下面には環状の溝 332a が形成されており、第 1 のリング部 331 の上面には該溝 332a に嵌合する環状の突起部 331a が形成されている。すなわち、リテーナリング 303 は、第 1 のリング部 331 と第 2 のリング部 332 とを嵌合させる嵌合部を備えている。これにより、第 1 のリング部 331 の第 2 のリング部 332 への組み付けが容易となるうえ両者の締結がより強固なものとなる。このような嵌合部はなくてもよい。また、嵌合部の代わりにピンを用いて第 1 のリング部 331 と第 2 のリング部 332 とを固定してもよ

い。

リテーナリング 303 の第 1 のリング部 331 の樹脂材としては、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK)、ポリフェニレンサルファイド (PPS)、超耐熱性プラスチックである全芳香族ポリイミド樹脂、ポリカーボネート樹脂がある。ここで、研磨面 321 に接触する第 1 のリング部 331 は、削れたときに砥粒として作用する粒子または粒子が半導体ウェハを傷つけないものを含むことが好ましい。また、第 2 のリング部 332 としては、チタンやステンレスなどの金属や、アルミナなどのセラミックを用い第 1 のリング部 331 からの熱伝達が良好になるようにする。第 1 のリング部 331 と第 2 のリング部 332 を締結するボルト 333 の材料としては、第 1 のリング部 331 の樹脂材と第 2 のリング部 332 の金属 (チタン、ステンレス) やセラミックと熱膨張係数の近いものがよい。

また、第 1 のリング部 331 から第 2 のリング部 332 への熱伝達を良好にするために、その界面の接合面積を大きくする工夫を施すとよい。また、ボルト 333 には熱伝達率の高い材料を用いる。また、図 11 に示すように、複数のボルト 333 を円周上に所定のピッチで設け、第 1 のリング部 331 と第 2 のリング部 332 とを締結してもよい。あるいは、図 12 に示すように、複数のボルト 333 を 2 つの円周上に所定のピッチで設けてもよい。

図 10 A に示す構成のリテーナリング 303 を取付けたトップリング 301 を押圧力 F で研磨テーブル 320 の研磨面 321 に押圧した場合、リテーナリング 303 の第 1 のリング部 331 の下面の面圧 P の分布は、図 10 B に示すように、第 1 のリング部 331 の内周部 A で若干小さくなるものの、面圧 P は外周から内周まで略均一である。

図13Aは、図10Aに示す構成のリテーナリング303とその作用効果を比較するための、従来のトップリング401のリテーナリング440の取付部を示す縦断面図である。図13Bは、このリテーナリング440における面圧分布を示す図である。図13Aに示す例では、リテーナリング440を樹脂材で一体に形成し、ハウジング302の外周部の下面にボルトで締め付け固定している。

このような樹脂材で一体に形成したリテーナリング440は、ハウジング302に取付けるボルトの締結力により変形してしまうため、ハウジング302に新たなリテーナリング440を取付けた後、ダミー研磨を行い、この変形による表面の凹凸を除去する必要がある、このダミー研磨が装置のダウンタイムを増やす一因となる。

また、図13Aに示す構成のリテーナリング440を取付けたトップリング401を押圧力Fで研磨テーブルの研磨面に押圧した場合、リテーナリング440の下面の面圧Pの分布は、図13Bに示すように、リテーナリング440の外周部から中央部までは略均一であるが、内周部Aで大きく変化する。

ここで、リテーナリングの偏摩耗を防ぐため、ステンレス（若しくはチタン、セラミック）からなるリング部と樹脂からなるリング部とを接着剤で接着し、2層構造とすることも考えられるが、このような2層構造のリテーナリングは、樹脂からなるリング部の摩耗によりリテーナリングごと捨てるので消耗品のコストおよび環境負荷が大きい。また、接着剤の経年変化や接着力不足による剥れも起き、信頼性が低い。

本実施形態では、図10Aに示すように、リテーナリング303を第1のリング部331と第2のリング部332をボルト333で締結し、上下方向に2層構造としたので、第1のリング部331と第2のリング

部 3 3 2 の締結の信頼性が高く、摩耗する第 1 のリング部 3 3 1 のみを交換すればリテーナリング 3 0 3 を再生することができる。また、第 2 のリング部 3 3 2 の下面には環状の溝 3 3 2 a を形成し、第 1 のリング部 3 3 1 の上面には該溝 3 3 2 a に嵌合する環状の突起部 3 3 1 a を形成し、嵌合部を形成したことにより、リテーナリング 3 0 3 の組立てが容易となり、かつ第 1 のリング部 3 3 1 と第 2 のリング部 3 3 2 の締結の信頼性がさらに向上する。また、第 1 のリング部 3 3 1 の交換のみでリテーナリング 3 0 3 が再生できるから、消耗品のコストを低減し、かつ環境負荷を小さくできる。

また、リテーナリング 3 0 3 を第 2 のリング部 3 3 2 の下面に第 1 のリング部 3 3 1 を組み付けボルト 3 3 3 で締め付けて構成することにより、該リテーナリング 3 0 3 を図 9 に示すように、ハウジング 3 0 2 の外周部の下面にボルト 3 0 8 で締め付け固定した際、ボルト 3 0 8 の締め付け応力は、第 1 のリング部 3 3 1 よりも剛性の大きい第 2 のリング部 3 3 2 が受けることになり、リテーナリング 3 0 3 の変形が抑えられる。そのため、リテーナリング 3 0 3 の表面の凹凸を無くするためのダミー研磨にかかる時間（ダウンタイム）も短くすることができる。

なお、本実施形態では、リテーナリング 3 0 3 を構成する第 1 のリング部 3 3 1 と第 2 のリング部 3 3 2 の締結をボルト 3 3 3で行っているが、第 1 のリング部 3 3 1 と第 2 のリング部 3 3 2 の締結手段はこれに限定されるものではなく、種々の着脱可能な締結具を用いることができる。例えば、リング部 3 3 1, 3 3 2 の一方に小さな外径を有する段部を設けるとともに、他方のリング部 3 3 2, 3 3 1 に大きな内径を有する凹部を設け、該小さな外径の段部の外周面に雄ネジ溝を設けるとともに、大きな内径の凹部の内周面に雌ネジ溝を設け、該雄ネジ溝と雌ネジ

溝の螺合により、第1のリング部331と第2のリング部332とが互いに締結されるようにしてもよい。また、他の機械的な締結具を使用することも可能である。

ここで、リテーナリングの底面が研磨面に一様に接触する場合には、リテーナリングがその外部から供給される研磨スラリをブロックしてしまい、リテーナリングの内部に存在する研磨対象物に十分な研磨スラリを供給することが難しい場合がある。このため、リテーナリングの底面にスリットを形成し、そのスリットを介してリテーナリングの内部に配置された研磨対象物に研磨スラリを供給するなどの方法が考えられる。しかしながら、リテーナリングの摺動面にスリットを形成した場合には、スリットのある箇所と無い箇所とで、研磨特性に円周方向のバラツキが生じてしまう。以下の実施形態におけるリテーナリングは、このような弊害を防止することができるものである。

図14は、本発明の第4の実施形態におけるトップリング510を示す縦断面図である。このトップリング510は、研磨対象物である半導体ウェハWを保持して、研磨パッド522の研磨面に押圧しつつ摺動することで、化学的機械的研磨を進行させるものである。すなわち、トップリング510は、ハウジング511の下面にリテーナリング512を備え、リテーナリング512の内周面で半導体ウェハWの外周縁を保持するようになっている。また、ハウジング511の内部には弾性体リング514を介してプレート515が垂直方向に移動可能に配置され、プレート515とハウジング511に囲まれた圧力室513の空気圧を調整することで、半導体ウェハWに研磨面に対する押圧力を調整するようになっている。したがって、半導体ウェハWがトップリング510により保持されて押圧されつつ研磨テーブル521上に固定された研磨パッド

ド522の研磨面と摺動し、研磨面に研磨スラリが供給されることで化学的機械的研磨が進行する。

図14に示すように、リテーナリング512には、その外周面に半径方向内方に延びる切り欠き512aが形成されている。リテーナリング512は例えばプラスチック樹脂で構成され、（リテーナリング512の高さ方向の）幅0.5mm～1mm程度の切り欠き512aが、この実施形態においては全周に沿って形成されている。切り欠き512aの（半径方向の）深さは、リテーナリング512の（半径方向の）幅の2/3程度に設定することが好ましい。なお、切り欠き512aの幅および深さは、リテーナリング全体の寸法、材質等に応じて適宜決定されることはもちろんである。また、切り欠き512aは必ずしも全周に亘って形成する必要はなく、部分的に形成するようにしてもよい。

リテーナリング512の外周面に半径方向内方に延びる切り欠き512aを設けることで、リテーナリング512の底面に対して垂直方向の剛性を外周側に行くに従い低減することができる。これにより、リテーナリング512の底面の外周部分に面圧の低い領域が配置され、すなわちトップリングによる押し付け力の低い範囲が設けられ、研磨スラリが容易にリテーナリング512の内周側に潜り込むことが可能となる。そして、研磨スラリがリテーナリング512の内周側に一旦入ってしまえば、容易にリテーナリング512の外側に出ることがない。これにより、リテーナリング512の内周側に保持された研磨対象物への研磨スラリの供給量を増加することができる。

この切り欠き512aには、図15に示すように、ゴム等の弾性体519をモールド等により充填することが好ましい。切り欠き512aを弾性体519で充填することにより、切り欠き512aに研磨スラリが

入り込み固着することを防止でき、長期のトップリングの使用によるトラブルを防止できる。また、ゴム等の弾性体 5 1 9 を充填することで、外周側における剛性の低減を阻害することがない。

また、切り欠き 5 1 2 a は、図 1 6 に示すように、リテーナリング 5 1 2 の上部であるハウジング 5 1 1 の底面との境界部に形成してもよい。すなわち、リテーナリング 5 1 2 とハウジング 5 1 1 との接合部分の外周側に非接触部分（切り欠き） 5 1 2 a が設けられる。これにより、リテーナリング 5 1 2 の外周側に行くに従い、垂直方向の剛性を下げることができ、リテーナリング 5 1 2 の底面における研磨面の面圧を外周方向に行くに従い低減することができる。これにより、研磨スラリがリテーナリング 5 1 2 の内周側に潜り込むことを容易にすることができるということは上述と同様である。

なお、この図 1 6 に示すハウジング 5 1 1 の底面とリテーナリング 5 1 2 の上面との間に設けた非接触部分 5 1 2 a にゴム等の弾性体を充填するようにしてもよい。これにより、図 1 5 における弾性体 5 1 9 と同様に研磨スラリが非接触部分 5 1 2 a の内部に入り込み固着することを防止できる。

図 1 7 A は、本発明の第 5 の実施形態におけるトップリング 5 1 0 の一部分を示す。このトップリング 5 1 0 では、円筒状のリテーナリング 5 1 2 の底部に外周側に延びる延長部 5 1 2 c を配置したものである。この延長部 5 1 2 c は、リテーナリング 5 1 2 の肉厚部に対して厚さが薄いので、リテーナリング 5 1 2 の底面に対して垂直方向の剛性をその延長部 5 1 2 c において低減することができる。

図 1 7 B は、本発明の第 6 の実施形態におけるトップリング 5 1 0 の一部分を示す。このトップリング 5 1 0 は、延長部 5 1 2 c の直上に位

置するように切り欠き 5 1 2 a を形成したものである。これにより、図 1 7 A に示す延長部の構造に対して、リテーナリング 5 1 2 の垂直方向の剛性を外周側に行くに従い、より低減することが可能である。

図 1 7 A および図 1 7 B の延長部 5 1 2 c としては、例えば厚さが 1 mm ～ 2 mm 程度で、半径方向の延長部 5 1 2 c の長さが 5 mm 程度であることが好適である。また、図 1 7 B に示すように、切り欠き 5 1 2 a を形成する場合には、上述したように幅が 0.5 mm ～ 1 mm 程度で（半径方向の）長さがリテーナリングの（半径方向の）幅の 2/3 程度であることが好ましい。しかしながら、これらの寸法は、リテーナリング 5 1 2 の全体的な寸法や材質等に応じて適宜変更されるべきものである。また、延長部 5 1 2 c や切り欠き 5 1 2 a は必ずしも全周に沿って形成する必要はなく、部分的に設けるようにしてもよい。

また、リテーナリング 5 1 2 の研磨面に接する部分の材質と、ハウジング 5 1 1 に接する部分の材質を異材質で構成してもよい。図 1 8 A および図 1 8 B は、図 1 4 に示すリテーナリング 5 1 2 を複数の材質で構成した例である。例えば、図 1 8 A および図 1 8 B に示すように、研磨面 5 2 2 に接するリング部 5 1 2 f の材質を耐腐食性の材質で構成し、ハウジング 5 1 1 に接するリテーナ部 5 1 2 d の材質をステンレスで構成してもよい。その場合には、リング部 5 1 2 f とリテーナ部 5 1 2 d との接触部の内周面に切り欠きを形成することで、リテーナリング 5 1 2 の外周側の面圧を低減できる。

この場合、図 1 8 A に示すように、リング部 5 1 2 f とリテーナ部 5 1 2 d の接着面に中間媒体 5 1 2 e を設けてもよい。あるいは、図 1 8 B に示すようにリング部 5 1 2 f とリテーナ部 5 1 2 d を直接に接着することもできる。

図19は、図14に示すリテーナリング512の変形例を示す。この例では剛性を低減した部分512hの材質が、剛性を低減していない部分512gの材質に比べ、削れ易くなっている。例えば、剛性を低減した部分512hをPPSで、剛性を低減していない部分512gをPEEKで構成し、それぞれを接合する。これにより、剛性の低い部分512hは圧力も低くなるので、剛性が低減されていない部分512gに比べてリテーナリング512自身の削れレートが低くなる。リテーナリング512を長期に使用しようとした場合、削れ量の違いによる段差がリテーナリング512の面圧分布を変化させる。当初の面圧分布が得られなくなると、半導体ウェハへのスラリ供給量が変わってしまう。そこで、剛性が低い部分512hの材質に削れやすいものを用いることで、この削れ量の差を抑えることができる。

また、図14の実施形態においては、削れ量に差が生じて、削れた部分が削れない部分の剛性をさらに低くすることになる。すなわち、この切り欠き512aの位置高さ、深さを最適にすると、同一の材質で、削れ量に差が生じて、面圧分布の変化を抑えることができる。

なお、図18Aおよび図18Bに示す例においても、剛性の高い部分が先に削れ、削れない部分に高い面圧分布がかかるようになる。このため、切り欠き512aの大きさを適切に設計することで、均一な削れ量の分布が得られる。

図20は、図17Bに示すリテーナリング512における面圧分布を示すグラフである。例えば、図17Bに示すリテーナリング512において、リテーナリング512の内周面R₀においては面圧分布が一番高く、リテーナリング512の外周面R₁では、切り欠き512aと延長部512cとの相互作用で面圧分布は低減する。そして、延長部512

cの外周面R₂においては、面圧はさらに低減する。

したがって、自転するトップリング510と自転または／および公転する研磨パッド522の研磨面522との間で、研磨対象物である半導体ウェハWとリテーナリング512の底面とがそれぞれ摺動する。図示しない研磨パッド522の中央部やリテーナリング512の外周下側近傍にノズルから供給された研磨スラリは、面圧の低いリテーナリング512の外周部より、リテーナリング512の底面と研磨パッド522の研磨面との間に潜り込み、リテーナリング512の内部に研磨スラリを容易に供給することができる。すなわち、面圧の低い部分をリテーナリング512の全周に沿って設けておくことで、リテーナリング内部に研磨スラリを均一に供給することが可能である。これにより、研磨対象物である半導体ウェハWの全面に均一に研磨スラリを供給することができ、均一な研磨特性が得られる。

なお、研磨スラリを、少なくとも半導体ウェハWが接触する部分の研磨パッド522に設けた1または複数の開口を通して研磨パッド522の裏面から研磨パッド522の上面（研磨面）に供給した場合においても、上述のように切り欠き512aを設けたリテーナリング512の作用により半導体ウェハWの被研磨面からリテーナリング512の外周に向かって、使用済み研磨スラリが良好に排出されるので、半導体ウェハWの被研磨面には、新しい研磨スラリが常に被研磨面の全面に均一に供給できるので、均一な研磨特性が得られる。このような研磨スラリの供給方法は、（半径eで）公転する研磨パッドや、トップリング510が自転する研磨パッド522の中心部を通過する場合に好適である。

また、リテーナリングの摺動面に、上述の切り欠き512aによるリテーナリング512の面圧勾配作用を打ち消さない程度のサイズおよび

形状を有するスリットを設けて、さらに被研磨面に均一なスラリの供給を促進するようにしてもよい。

上述した実施形態によれば、研磨対象物の外周縁を保持するリテーナリング内に容易にかつ均一に研磨スラリを供給することができる。これにより、研磨対象物の被研磨面の全面に亘って良好な研磨特性が得られる研磨装置を提供できる。

上述した各実施形態において、トップリングは、研磨対象物の外周縁を保持して、研磨面に摺動するものに対して適用が可能であり、必ずしもトップリングが自転し研磨テーブルが自転するものに限らない。例えば、トップリングが研磨対象物を保持し、研磨面に対して並進循環運動するようなものにも、もちろん適用が可能である。

また、上記実施形態では、研磨テーブルを用いた例を説明したが、本発明は、研磨テーブルを有する研磨装置に限定されるものではない。トップリングに保持した研磨対象物を研磨面に押し当てて研磨対象物と研磨面の相対的運動により研磨対象物を研磨する研磨装置であれば、どのようなものであっても本発明を適用することができる。

これまで本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されず、その技術的思想の範囲内において種々異なる形態にて実施されてよいことは言うまでもない。

産業上の利用の可能性

本発明は、半導体ウェハ等の研磨対象物を保持して研磨面に押圧し、該研磨対象物を研磨する研磨装置に好適に使用できる。

請求の範囲

1. 研磨面と、

研磨対象物を保持するトップリングと、

該トップリングを前記研磨面に対して押圧するトップリング軸と、
を備え、前記トップリングは、

前記研磨対象物の外周縁を保持するリテーナリングと、

前記トップリング軸に連結される略円盤状のハウジングと、

前記リテーナリングと前記ハウジングとを摺接させた状態で前記リ
テーナリングと前記ハウジングとを接続する摺接接続部と、
を備えた、研磨装置。

2. 前記摺接接続部は、前記リテーナリングと前記ハウジングとを摺接
させるフリージョイントである、請求項1に記載の研磨装置。

3. 前記フリージョイントは、ボールジョイントである、請求項2に記
載の研磨装置。

4. 研磨面と、

研磨対象物を保持するトップリングと、

該トップリングを前記研磨面に対して押圧するトップリング軸と、
を備え、前記トップリングは、

前記研磨対象物の外周縁を保持するリテーナリングと、

前記トップリング軸に連結される略円盤状のハウジングと、

前記リテーナリングと前記ハウジングとを接続する接続部と、
を備え、

前記接続部は、水平および鉛直方向の剛性を十分に確保しつつ曲げ剛
性が低くなるように構成されている、研磨装置。

5. 前記接続部は、前記リテーナリングの径方向幅の中央よりも外側に配置される、請求項4に記載の研磨装置。

6. 前記接続部は、縦方向中央部でくびれた断面形状を有する、請求項4に記載の研磨装置。

7. 研磨面と、

研磨対象物を保持するトップリングと、

該トップリングを前記研磨面に対して押圧するトップリング軸と、
を備え、前記トップリングは、

前記研磨対象物の外周縁を保持するリテーナリングと、

前記トップリング軸に連結される略円盤状のハウジングと、
を備え、

前記トップリングを前記研磨面に対して押圧したときに、前記研磨面に対する前記リテーナリングの底面の傾きが小さくなるように、前記ハウジングの剛性を高めた、研磨装置。

8. 研磨面と、

研磨対象物の外周縁を保持するリテーナリングを有し、前記研磨対象物を前記研磨面に押圧しつつ摺動するトップリングと、
を備え、前記リテーナリングは、

樹脂からなる第1のリング部と、

金属またはセラミックからなる第2のリング部と、

前記第1のリング部と前記第2のリング部とを上下方向に2層に着脱可能に締結する締結具と、
を備えた、研磨装置。

9. 前記第1のリング部は、前記研磨面に接触する、請求項8に記載の研磨装置。

10. 前記第1のリング部は、削れたときに砥粒として作用する粒子を含む、請求項9に記載の研磨装置。

11. 前記リテーナリングは、前記第1のリング部と前記第2のリング部とを嵌合させる嵌合部をさらに備えた、請求項8に記載の研磨装置。

12. 前記リテーナリングは、第1のリング部の交換のみで再生できる構成となっている、請求項8に記載の研磨装置。

13. 前記締結具は、ボルトである、請求項8に記載の研磨装置。

14. 研磨対象物を研磨面に押圧しつつ摺動するトップリングにおいて、前記研磨対象物の外周縁を保持するリテーナリングであって、

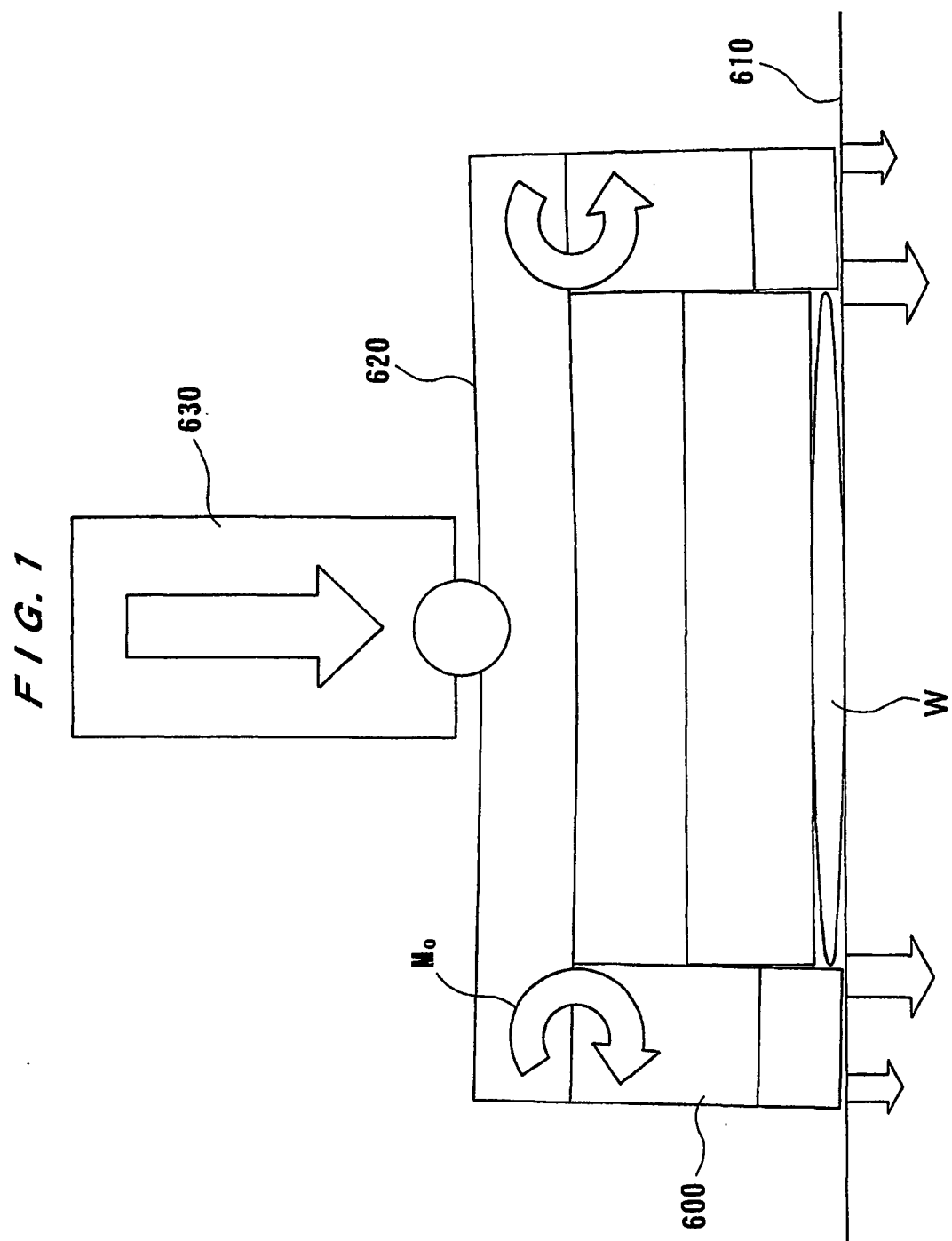
樹脂からなる第1のリング部と、

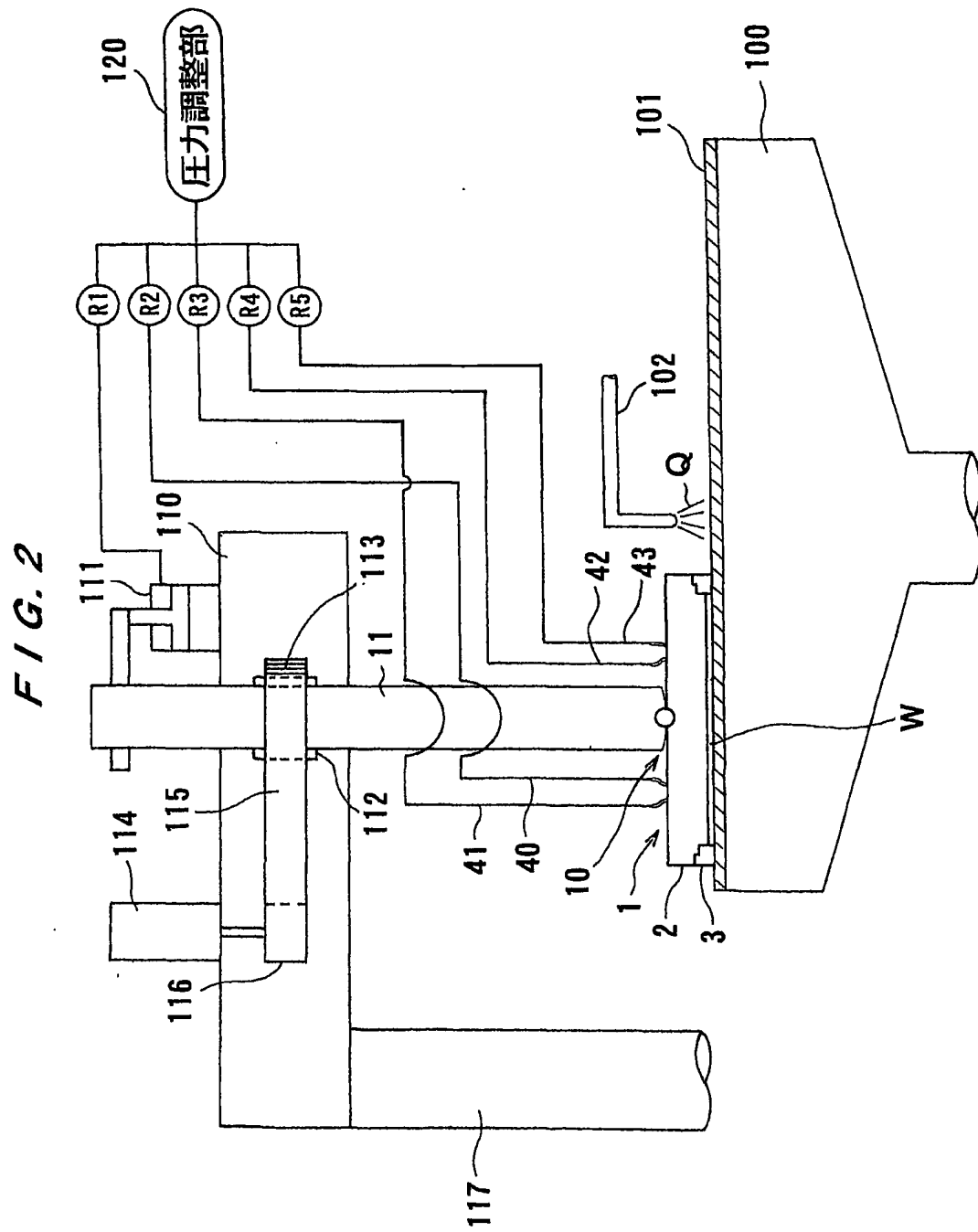
金属またはセラミックからなる第2のリング部と、

前記第1のリング部と前記第2のリング部とを上下方向に2層に着脱可能に締結する締結具と、

を備えた、リテーナリング。

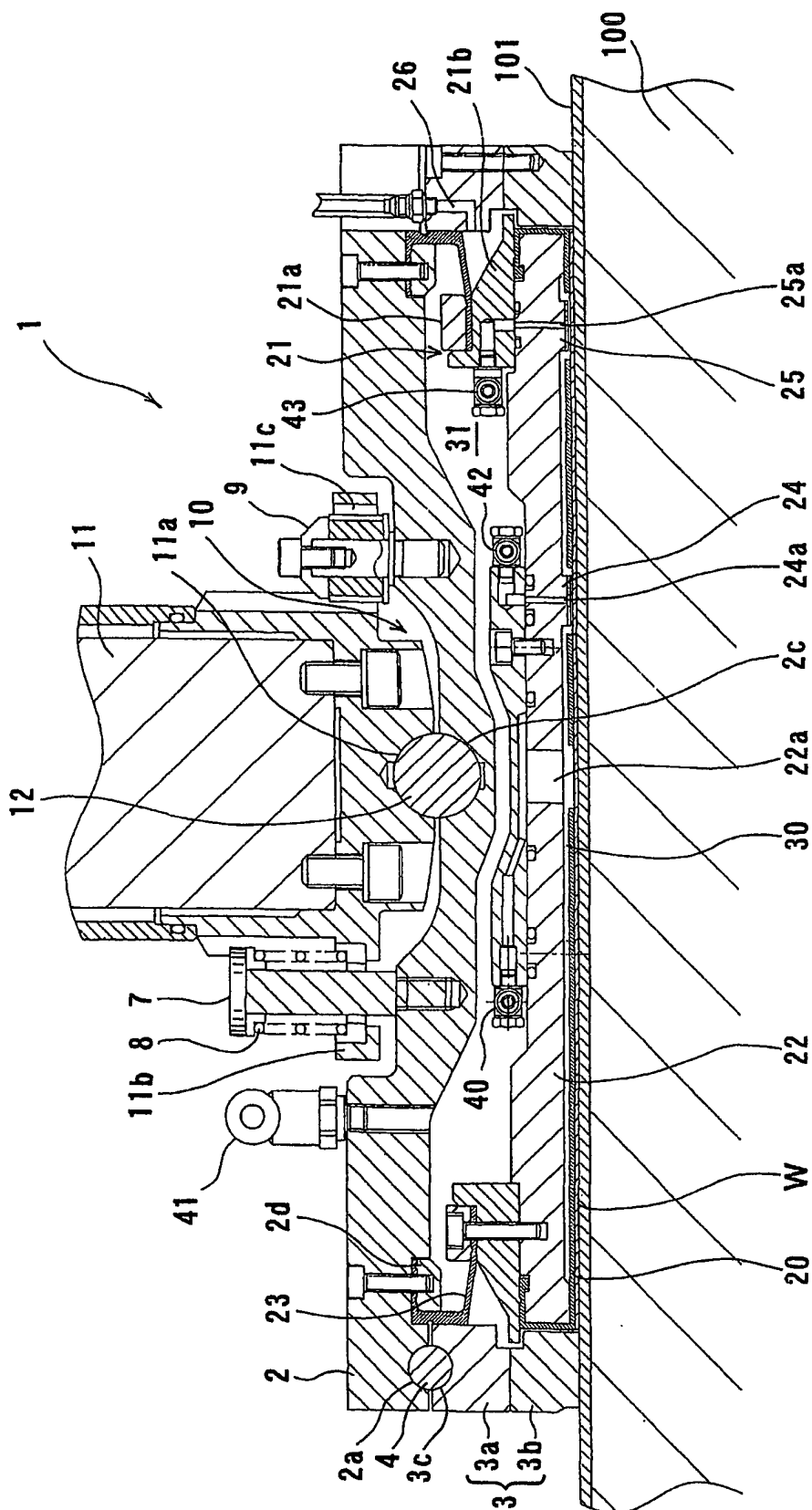
1/15





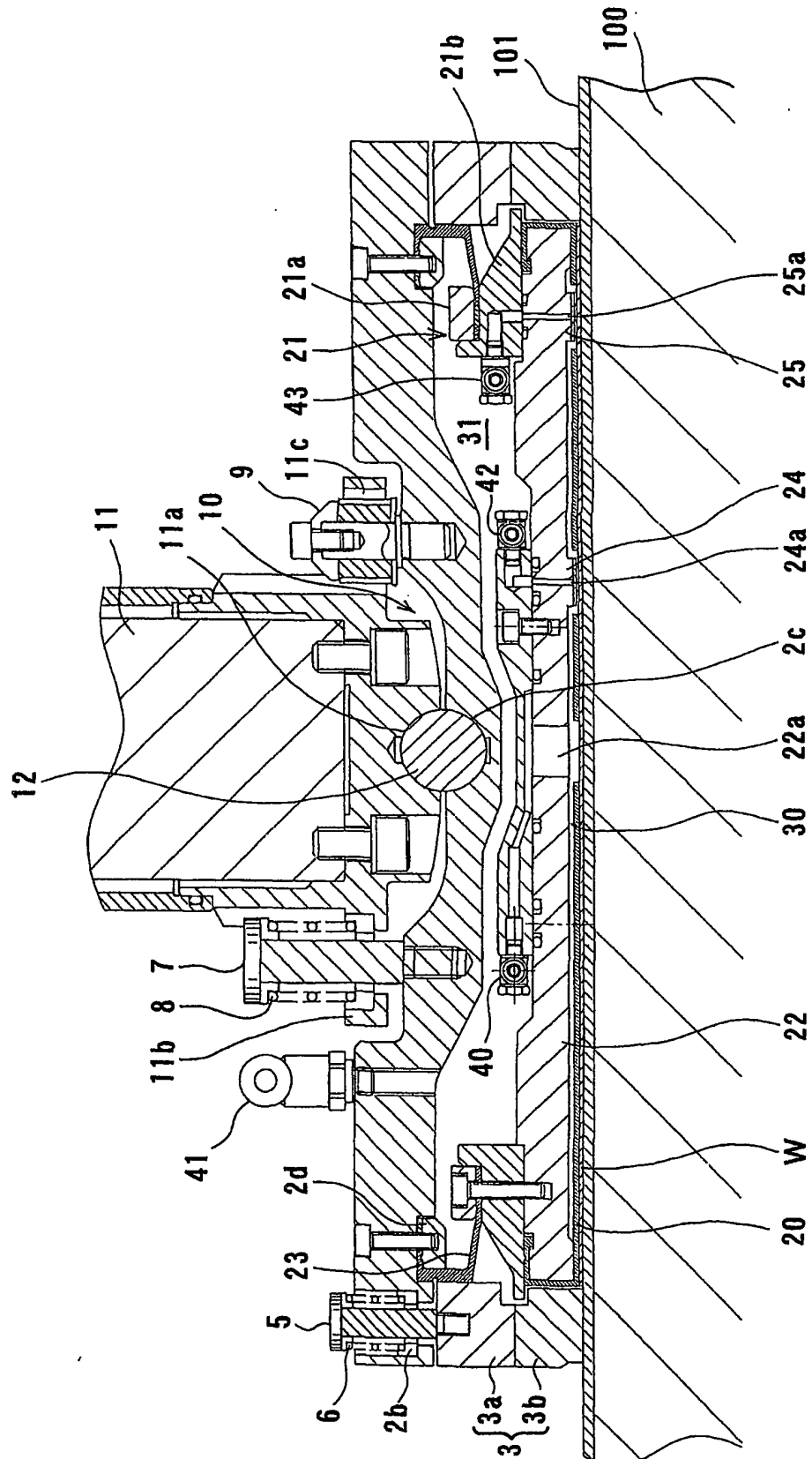
3/15

FIG. 3



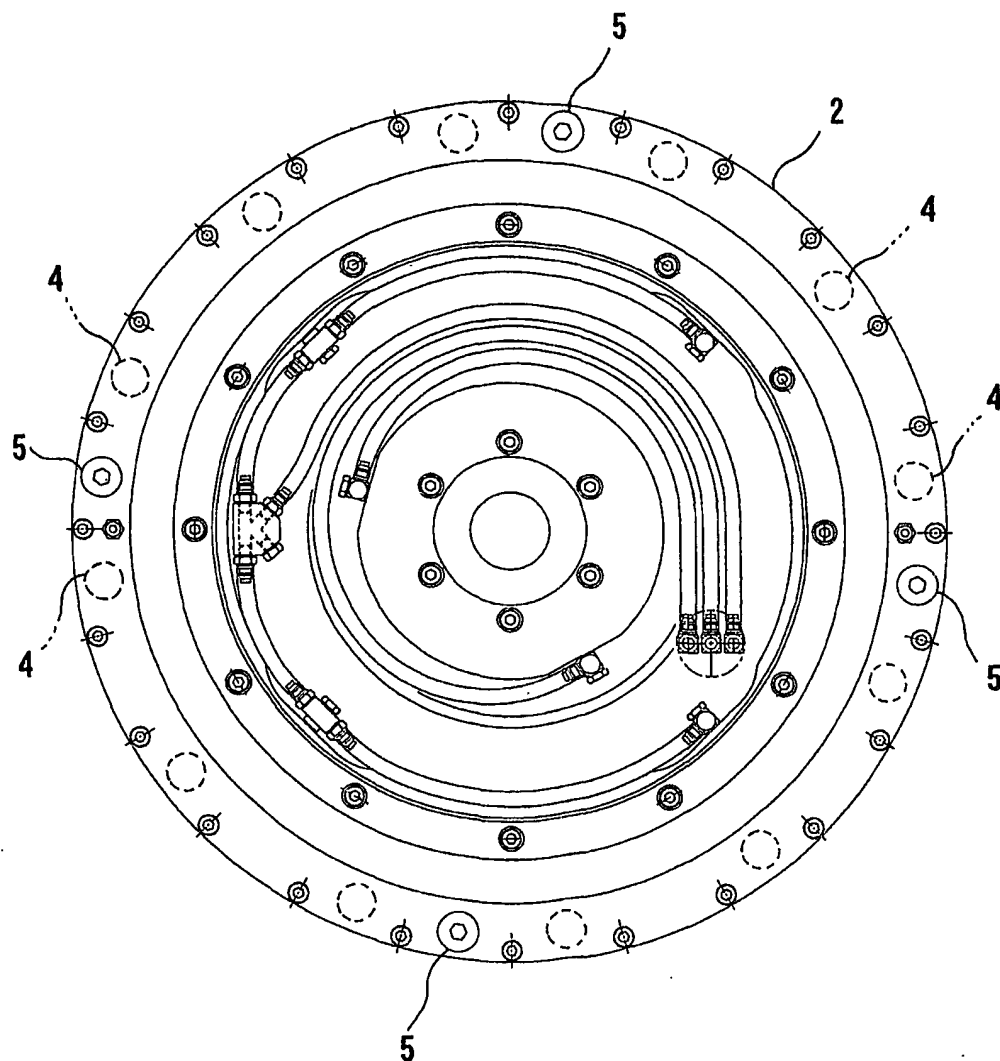
4/15

F / G. 4



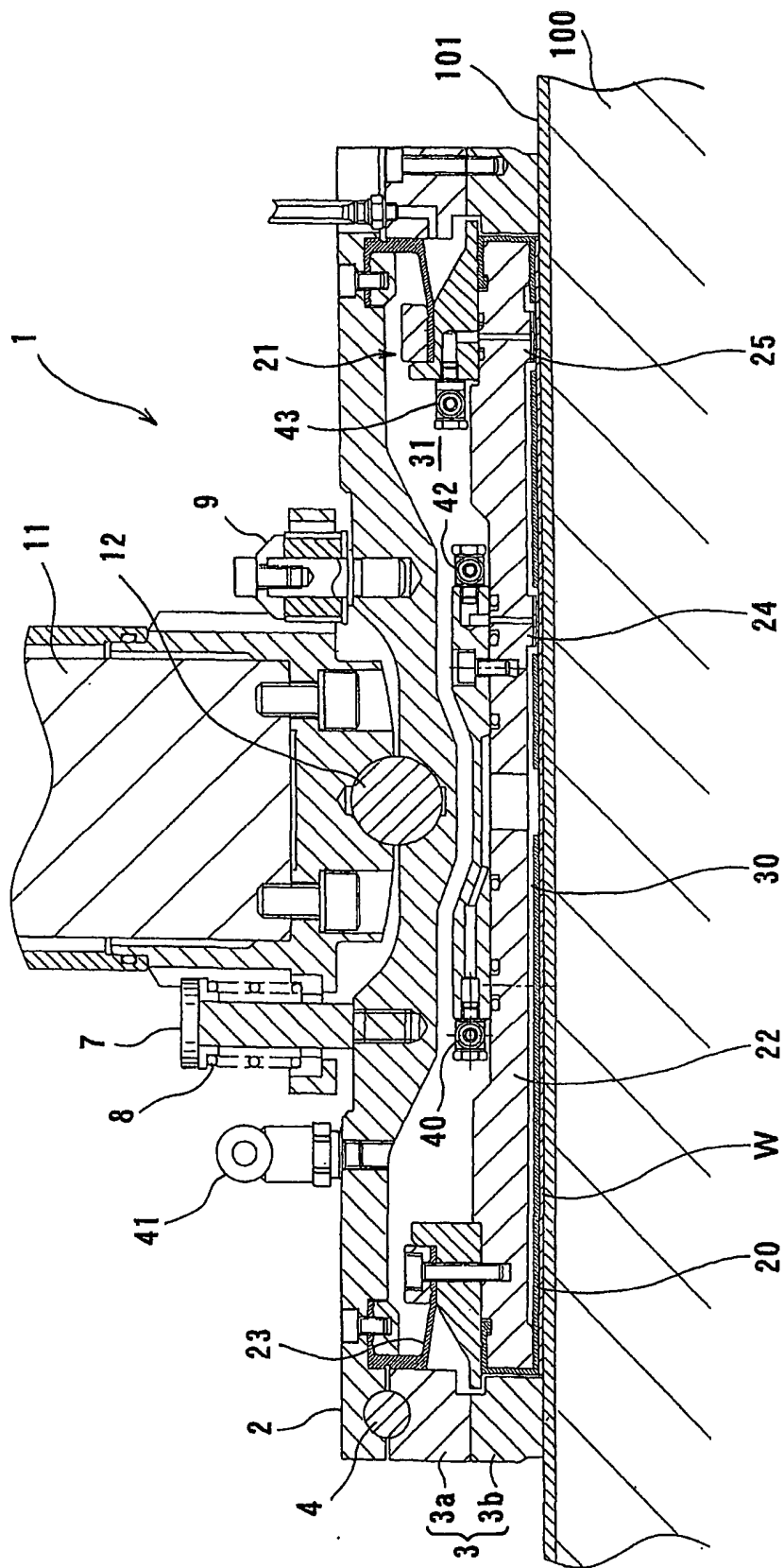
5/15

FIG. 5



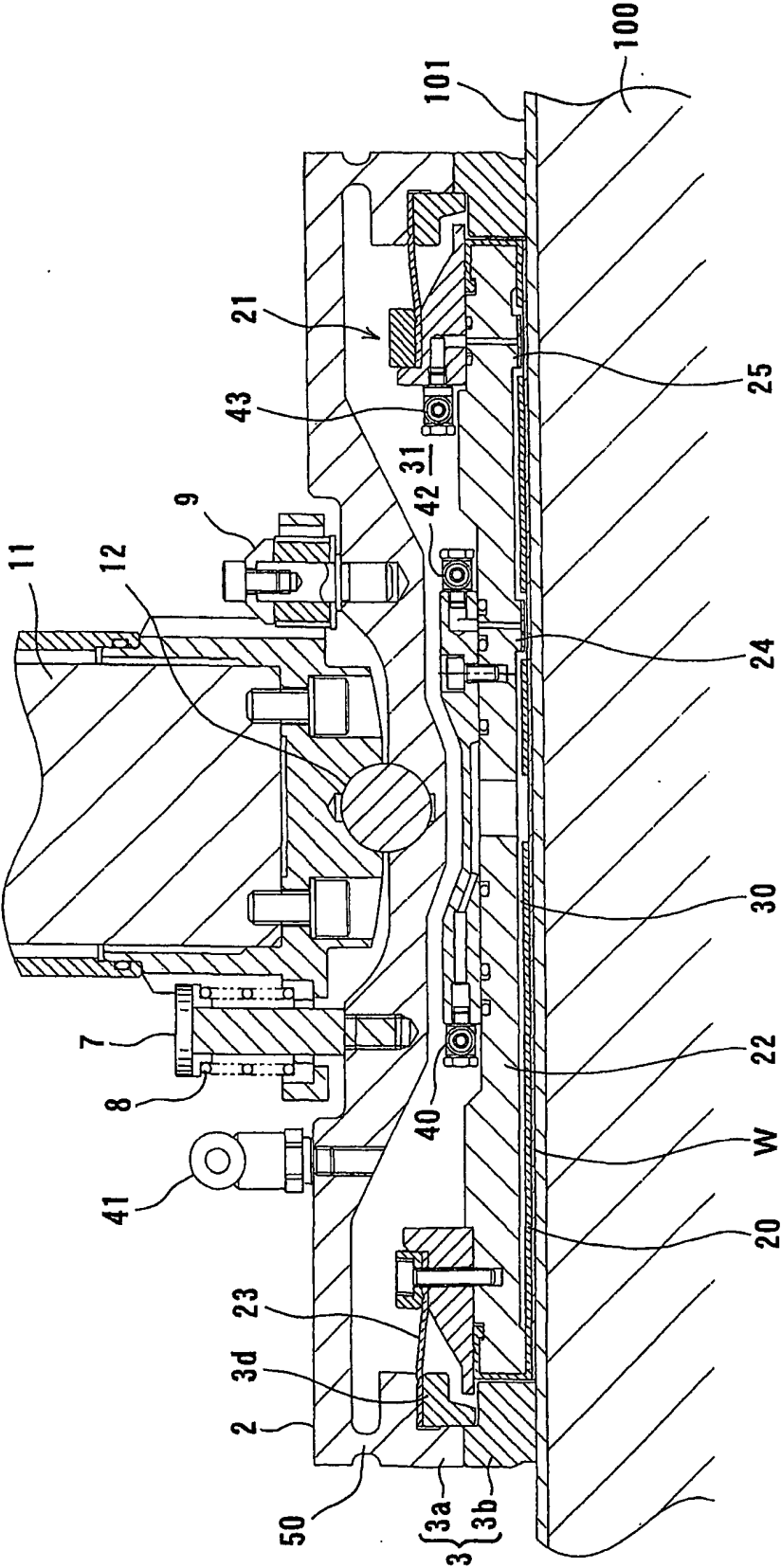
6/15

FIG. 6

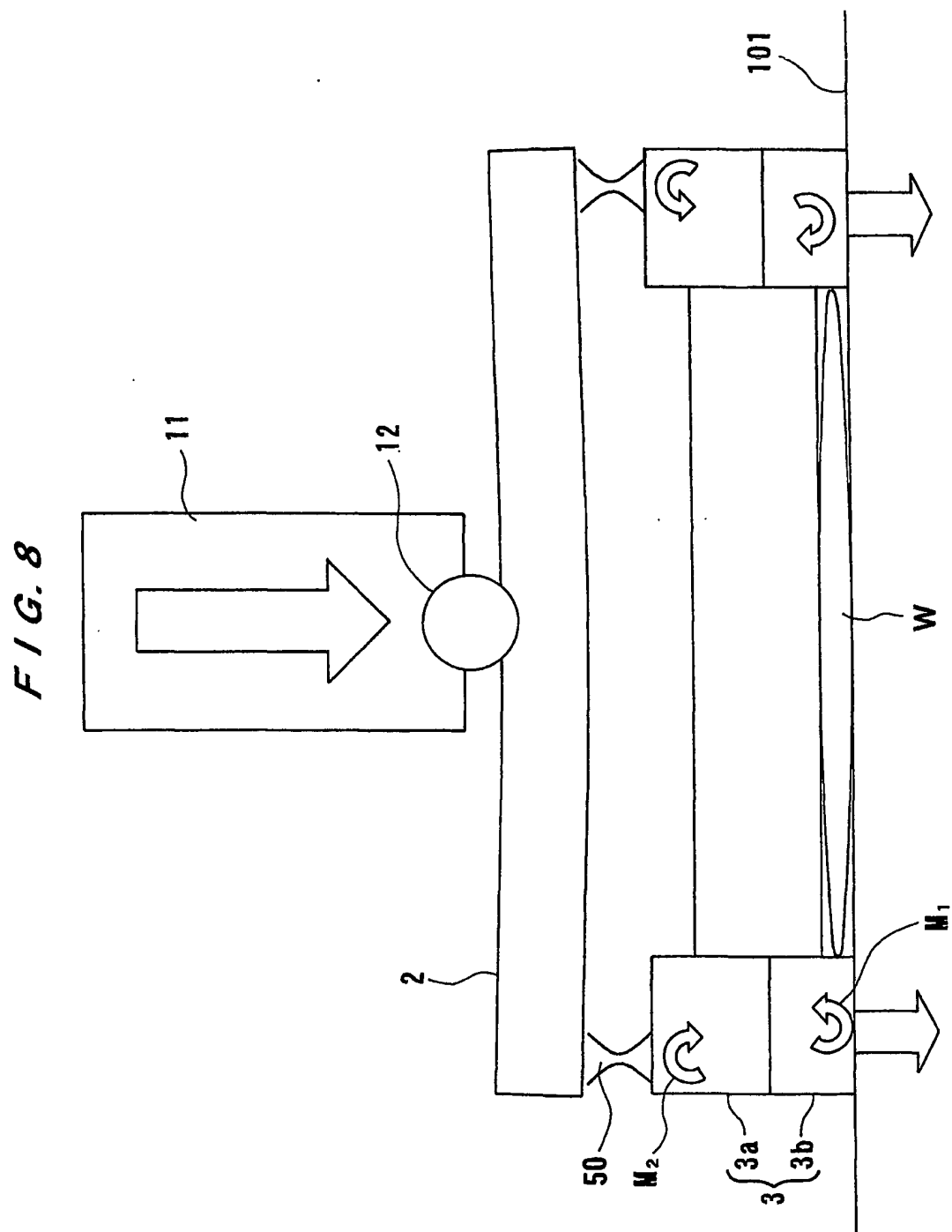


7/15

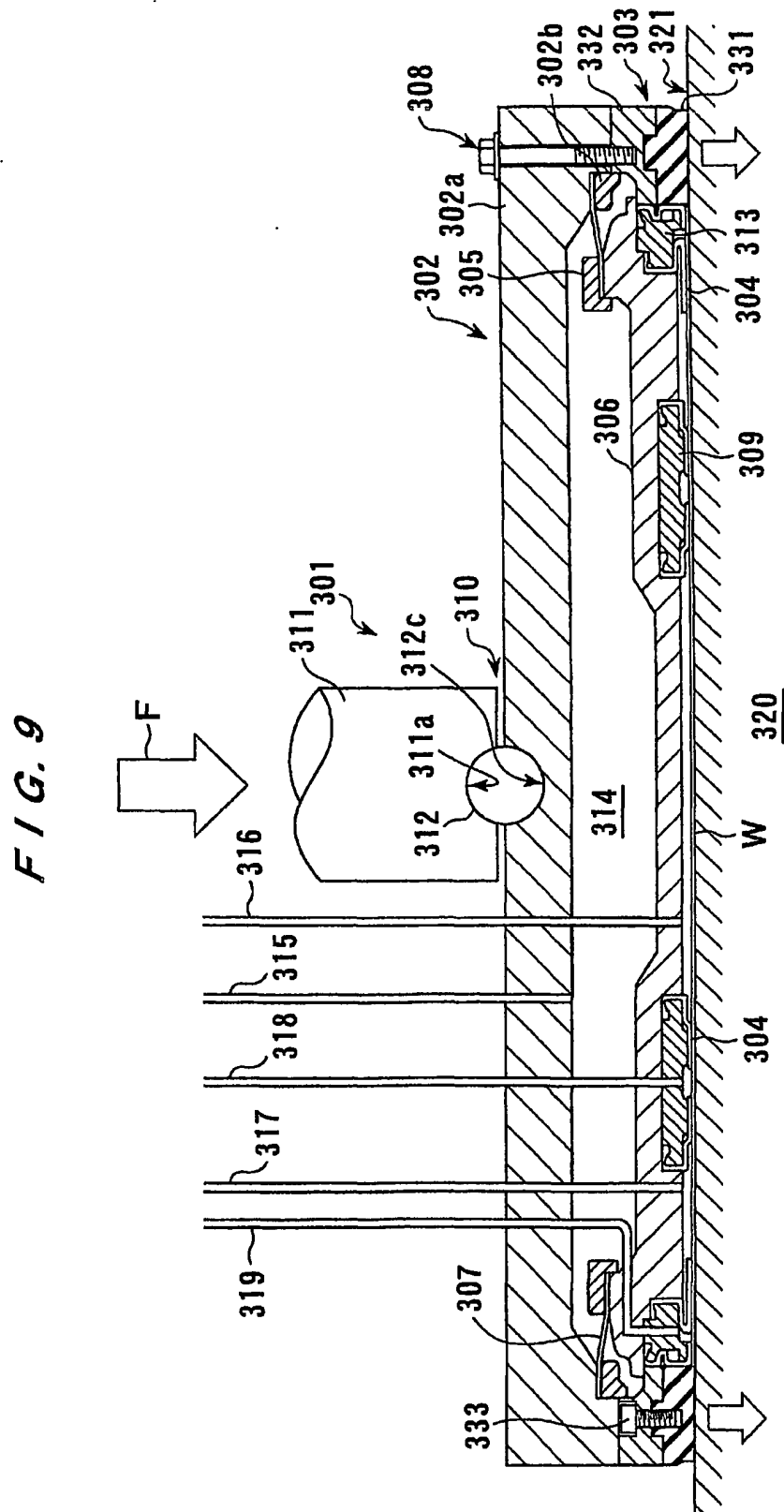
FIG. 7



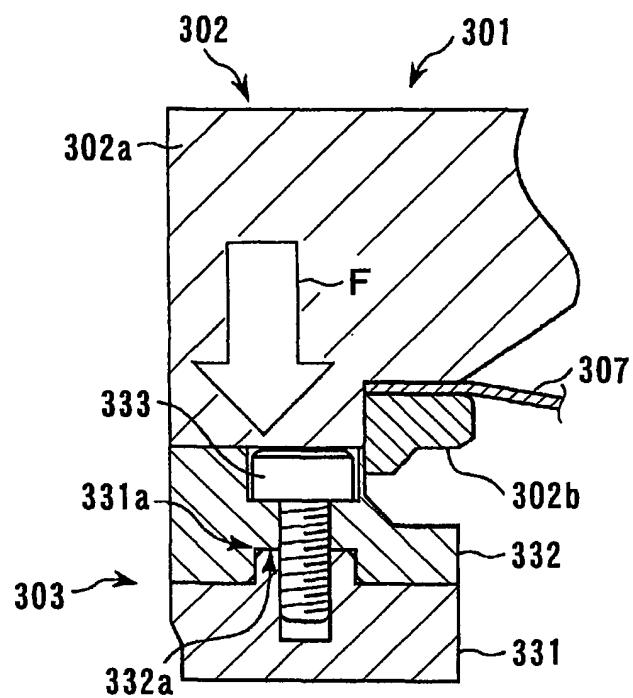
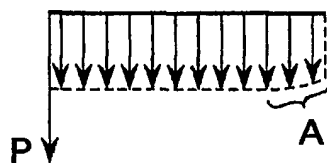
8/15



9/15



10/15

FIG. 10A**FIG. 10B**

11/15

FIG. 11

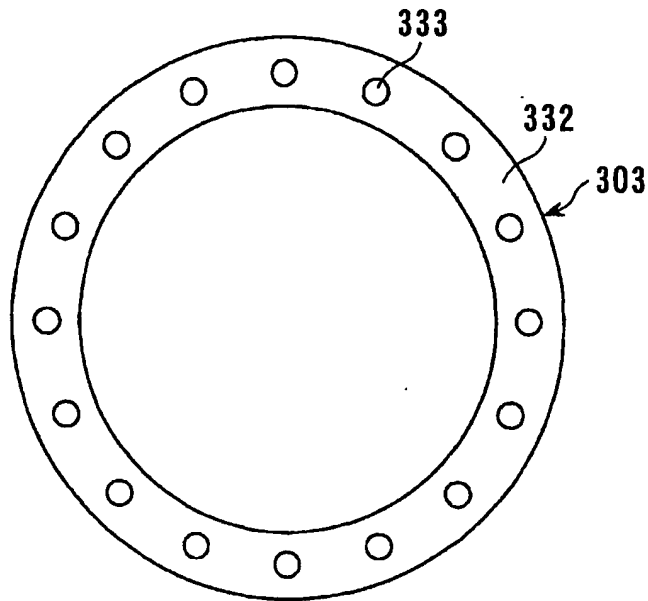
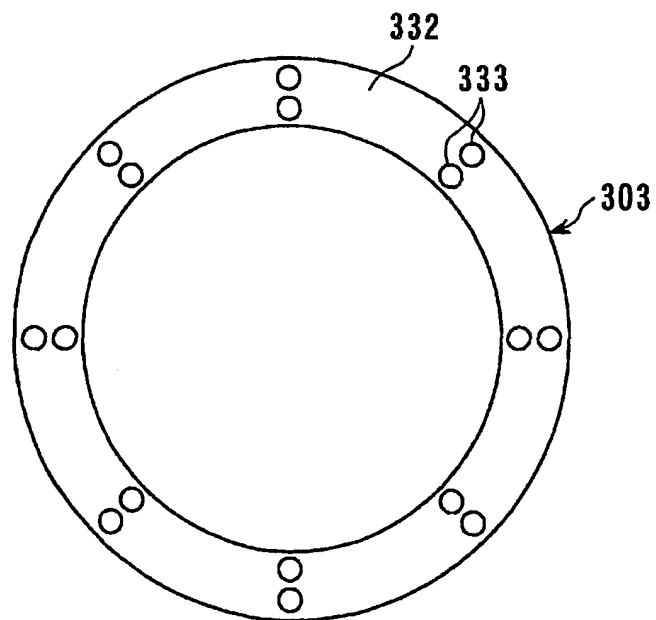
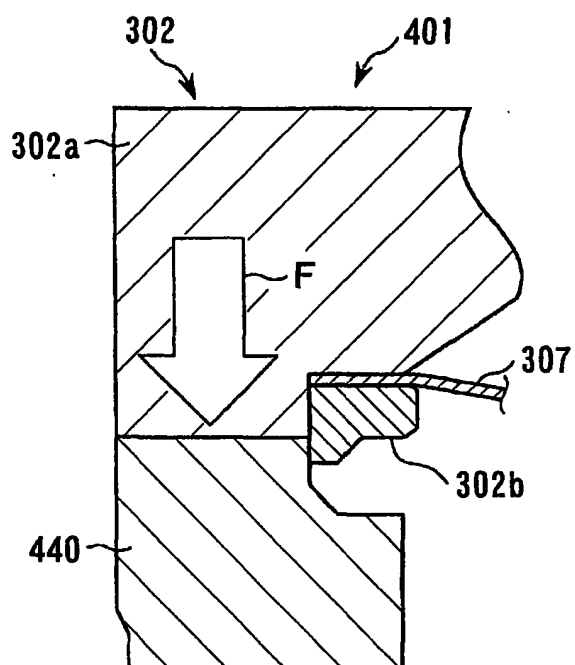
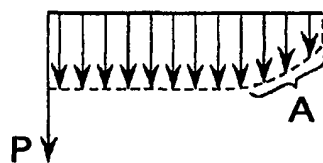


FIG. 12



12/15

FIG. 13A**FIG. 13B**

13/15

FIG. 14

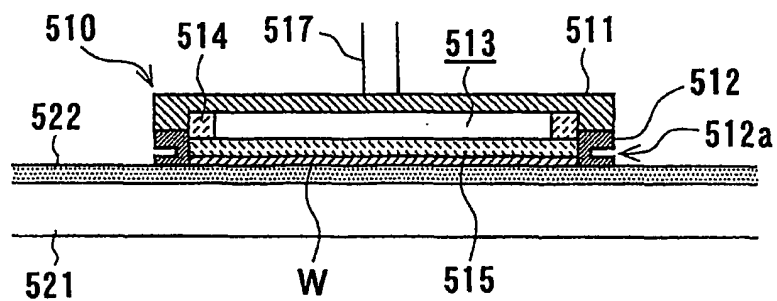


FIG. 15

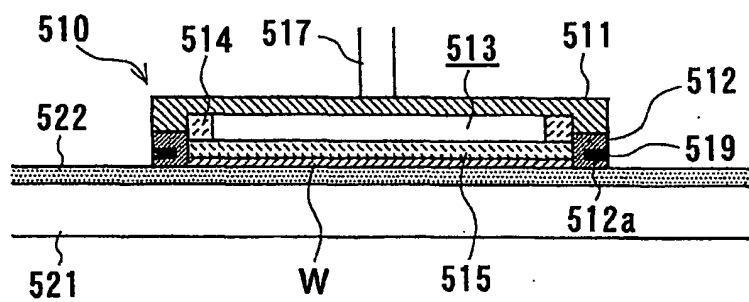


FIG. 16

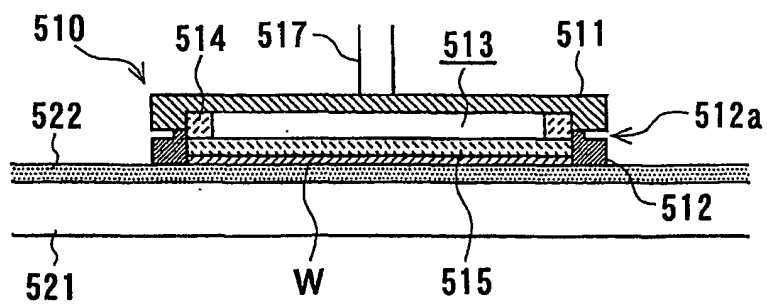


FIG. 17A

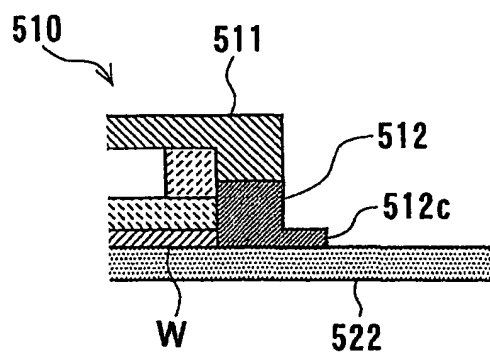


FIG. 17B

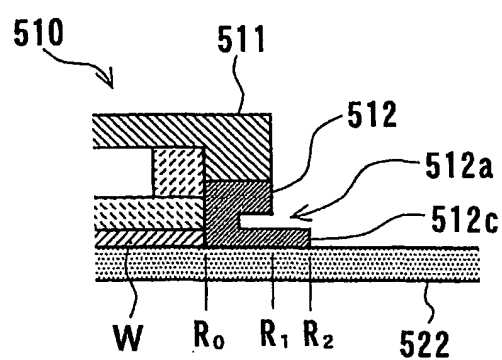


FIG. 18A

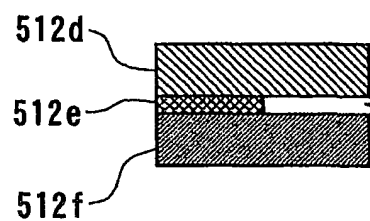


FIG. 18B

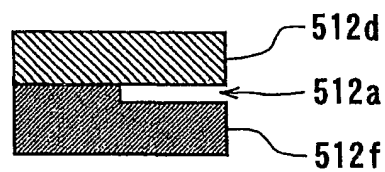
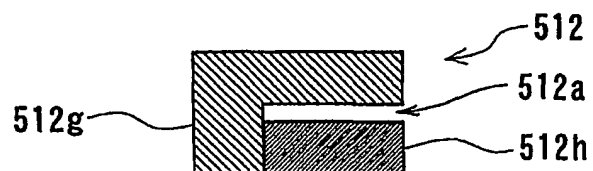
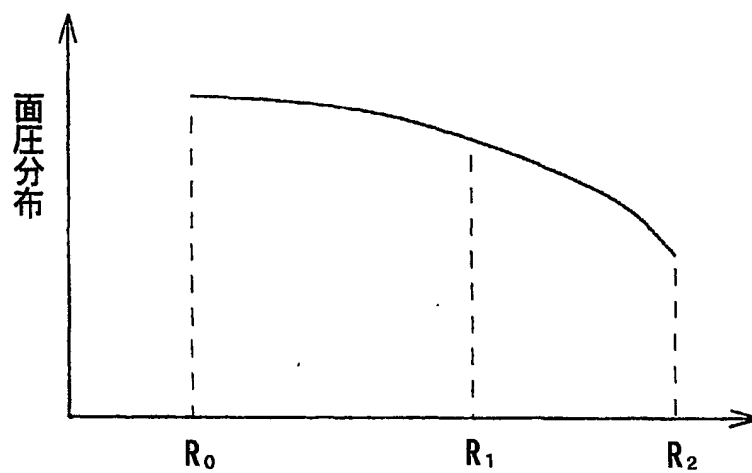


FIG. 19



15/15

FIG. 20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010364

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ B24B37/00, B24B37/04, B24B57/00, H01L21/304

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ B24B37/00, B24B37/04, B24B57/00, H01L21/304

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2000-218522 A (Ebara Corp.), 08 August, 2000 (08.08.00), Claims; Par. No. [0032]; Fig. 2 (Family: none)	1-3
X	JP 2001-71255 A (Mitsubishi Materials Corp.), 21 March, 2001 (21.03.01), Par. No. [0027] & EP 1080841 A2	7
Y A	JP 2001-212754 A (Tokyo Seimitsu Co., Ltd.), 07 August, 2001 (07.08.01), Par. No. [0017]; Fig. 1 & US 2001/0011003 A1	8, 9, 11-14 10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 October, 2004 (21.10.04)

Date of mailing of the international search report
09 November, 2004 (09.11.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010364

C (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT